

UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ



FACULTAD DE INGENIERÍA



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA



“Optimización y Trazabilidad en la Gestión de Estacionamiento de Camiones en el Antepuerto”

Alumno a
desarrollar:

Nicolas Jorquera Araya

Empresa:

Empresa Portuaria de Arica

Asignatura:

Proyecto IV

Profesor:

Diego Aracena

DICIEMBRE – 2024



1. Introducción	3
2. Objetivos	4
2.1. Objetivo General	4
2.2. Objetivo Específicos	4
3. Contexto	5
4. Descripción del cliente	5
5. Planteamiento global del problema detectado	6
6. Planteamiento de la propuesta de solución	7
7. Selección de las herramientas para la implementación	8
8. Especificación preliminar de requisitos	9
8.1. Requisitos de Alto Nivel	9
8.2. Requisitos Funcionales	9
8.3. Requisitos No Funcionales	10
9. Planificación temporal del trabajo semestral	11
10. Metodología	12
11. Modelo de Contexto	13
12. Casos de Uso	14
12.1. Modelo de caso de uso	14
12.2. Descripción de caso de uso	15
12.2.1. Asignación calzo	15
12.2.2. Modificar calzo	16
12.2.3. Liberar Calzo	17
13. Características del Software	18
14. Modelo BPMN	20
15. Alcance del producto	21
16. Modelamiento de los datos	22
17. Implementación	23
17.1. Ingreso de Patente	23
17.2. Búsqueda de Calzo	24
17.2.1. Descripción de la asignación de calzos	24
17.3. Vista de calzo	26
17.4. Liberación de Calzo	27
17.5. Prueba de asignación de calzos y operación del sistema	28
17.5.1. Conclusiones de las pruebas realizadas	29
18. Conclusión	30



1. Introducción

El objetivo de este proyecto es diseñar e implementar un sistema automatizado para la gestión del estacionamiento de camiones en el antepuerto de la empresa portuaria, ubicado en la entrada del valle de Lluta. Actualmente, la ausencia de un sistema que asigne de manera eficiente y automática los espacios de estacionamiento ha generado un entorno desorganizado, donde los camiones se estacionan arbitrariamente, sin un patrón establecido. Esta situación no solo crea dificultades en la localización de los vehículos, sino que también compromete la trazabilidad y la eficiencia de las operaciones portuarias. El nuevo sistema propuesto buscará optimizar la asignación de espacios de estacionamiento, mejorando la organización, la trazabilidad y, en última instancia, la eficacia de las operaciones dentro del antepuerto.



2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Desarrollar un sistema de gestión de estacionamiento para camiones ubicados en el antepuerto de la empresa Portuaria Arica

2.2. Objetivo Específicos

- Conocer la empresa del cliente solicitante para obtener la información necesaria sobre la problemática que se aborda.
- Documentar la solución propuesta al cliente por medio de la determinación de los requerimientos para definir el alcance que tendrá el sistema.
- Desarrollar el sistema de gestión de estacionamiento para obtener una mejor trazabilidad en su uso
- Realizar un seguimiento con el cliente de los avances obtenidos para mantener la solución acorde a lo que necesita el cliente.
- Realizar pruebas y análisis de resultados para validar el funcionamiento del sistema, identificar áreas de mejora y garantizar la calidad de la implementación.



3. Contexto

El Puerto de Arica es uno de los principales terminales portuarios del Norte de Chile, sirviendo de tránsito de mercaderías desde y hacia Bolivia, entre otros puntos importantes de la Macroregión Andina. Su rol es fundamental en el comercio internacional, movilizand o grandes volúmenes de carga general seca, especialmente hacia el mercado boliviano.

Con una infraestructura moderna y un compromiso con la sustentabilidad, el Puerto de Arica se ha convertido en uno de los principales terminales portuarios del norte de Chile, contribuyendo significativamente al desarrollo económico de la región.

El Antepuerto, tiene como propósito planificar y regular el flujo y tránsito hacia el puerto, cuenta con una superficie pavimentada de 4 hectáreas, una capacidad instantánea para 216 de camiones, un sistema de vigilancia y seguridad con apoyo de cámaras de monitoreo, oficinas para trámites administrativos y planificación logística.

4. Descripción del cliente

El proyecto será llevado a cabo para la empresa Empresa Portuaria Arica en la Gerencia de Desarrollo y Sostenibilidad que gestiona la Sra. Eileen Reyes Salinas, La supervisión estará a cargo del Sr. Jorge Bernal Navarrete, responsable del área de Tecnología de la Información y Ciberseguridad de la empresa.



5. Planteamiento global del problema detectado

En el antepuerto de la empresa portuaria, se enfrenta un desafío crítico en la gestión del estacionamiento de camiones. Actualmente, al ingresar al antepuerto, los camiones carecen de un sistema eficiente que les asigne automáticamente un espacio de estacionamiento demarcado. Esta falta de organización resulta en una ocupación desordenada del área de estacionamiento, generando una ausencia total de trazabilidad en la ubicación de cada camión.

Generando que los camiones tienden a estacionarse según su preferencia, sin seguir un patrón establecido. Esta práctica no solo causa confusión en la ubicación de los vehículos, sino que también impide tener una adecuada trazabilidad, afectando la eficiencia general de las operaciones portuarias.



6. Planteamiento de la propuesta de solución

La solución propuesta busca mejorar el sistema existente con la mínima intervención para evitar fallos y facilitar la reversión a versiones anteriores si fuera necesario. La estrategia incluye los siguientes pasos:

1. **Implementación de Función de Asignación de Calzos:** Se añadirá una nueva función al sistema actual que, al recibir parámetros como patente, tipo de carga y origen, devolverá el calzo asignado para cada camión. Esta mejora requerirá sólo una pequeña modificación en el código existente para integrar la nueva función.
2. **Creación de una Nueva Tabla de Datos:** Se establecerá una tabla con los más de 300 calzos disponibles. Cada calzo podrá estar marcado como libre (sin patente asignada) o ocupado (con la patente del camión asignado). Esta tabla permitirá también generar un plano visual del área de parqueo, mostrando la disposición de los calzos y las patentes asociadas en una vista cenital.
3. **Flexibilidad en la Asignación:** Los calzos podrán ser asignados automáticamente por el sistema según el tipo de carga o manualmente por el supervisor.
4. **Supervisión y Verificación:** El supervisor tendrá la capacidad de verificar que los camiones se estacionen en los calzos asignados. Si se detectan discrepancias, la información se actualizará fácilmente en el sistema para evitar errores en futuras asignaciones y mantener un seguimiento preciso.
5. **Inventario y Visualización:** La solución permitirá realizar un inventario de camiones y tipos de carga, y proporcionará una visualización en tiempo real del parqueo, reflejando la ocupación actual de los calzos y su distribución.

Esta propuesta busca optimizar la asignación de calzos, mejorar la supervisión y mantener un control eficaz sobre el área de parqueo.



7. Selección de las herramientas para la implementación

Las herramientas a utilizar en el proyecto son las siguientes que están en la Tabla 1:

Tecnología	Descripción
AngularJS 1.3.6	Framework de JavaScript para construir aplicaciones web dinámicas, facilitando la creación de interfaces de usuario interactivas y la gestión del estado.
Bootstrap	Framework de diseño front-end que proporciona componentes predefinidos y un sistema de cuadrícula responsive para crear interfaces atractivas y adaptables.
CodeIgniter 2.2.6	Framework PHP ligero para el desarrollo rápido de aplicaciones web, conocido por su facilidad de uso y su rendimiento eficiente.
MySQL	Sistema de gestión de bases de datos relacional que utiliza el lenguaje SQL para almacenar, recuperar y gestionar datos de manera eficiente.
MariaDB	Fork de MySQL que ofrece mejoras en rendimiento y características adicionales, manteniendo la compatibilidad con aplicaciones que utilizan MySQL.

Tabla 1: Herramientas para la implementación.



8. Especificación preliminar de requisitos

8.1. Requisitos de Alto Nivel

ID	Descripción
RAN1	El sistema debe asignar automáticamente un espacio de estacionamiento a cada camión al ingresar al antepuerto.
RAN2	El sistema debe proporcionar una interfaz visual en tiempo real para que los operadores monitoreen la ocupación del estacionamiento.
RAN3	Los operadores deben poder ajustar manualmente la asignación de espacios en caso de errores o situaciones especiales.
RAN4	El sistema debe ser capaz de integrarse con otros sistemas portuarios para optimizar la logística de carga y descarga.

Tabla 2: Requisitos de Alto Nivel.

8.2. Requisitos Funcionales

ID	Descripción
RF1	Debe existir un algoritmo que asigna espacios de estacionamiento basándose en la disponibilidad y características de cada camión.
RF2	El sistema debe mostrar un mapa visual interactivo del estacionamiento, destacando las ubicaciones ocupadas y disponibles en tiempo real.
RF3	Los operadores deben poder reubicar camiones, reservar espacios específicos y corregir asignaciones erróneas a través de la interfaz.
RF4	Debe notificar a los operadores en caso de ocupación máxima, o errores en la asignación.

Tabla 3: Requisitos Funcionales.



8.3. Requisitos No Funcionales

ID	Descripción
RNF1	El sistema debe ser capaz de manejar un número creciente de camiones y operadores sin degradar el rendimiento.
RNF2	Debe implementar las funcionalidades en el Framework CodeIgniter medidas de seguridad robustas para proteger los datos de los camiones y las operaciones portuarias, incluyendo autenticación de usuarios y encriptación de datos.
RNF3	La interfaz debe ser compatible con los navegadores web más utilizados y optimizada para dispositivos móviles.
RNF4	La interfaz debe ser intuitiva y fácil de usar, permitiendo a los operadores gestionar el estacionamiento con un mínimo de capacitación.
RNF5	El sistema debe estar diseñado para facilitar su mantenimiento y actualización, con un código modular y documentado.
RNF6	El sistema debe ser capaz de integrarse con otros sistemas de gestión portuaria mediante APIs estandarizadas.

Tabla 4: Requisitos No Funcionales.



9. Planificación temporal del trabajo semestral

En la figura número 1 se presenta la asignación de tiempo estimado, a través de una Carta Gantt, para las actividades del proyecto. Este proceso se divide en cuatro fases:

- Planificación Inicial: Se llevarán a cabo reuniones con el cliente para identificar el problema y definir la solución.
- Planificación de la Solución: Se elaborará la documentación necesaria para establecer la solución, utilizando diagramas UML.
- Desarrollo del Sistema: En esta fase, se implementará la solución propuesta y se llevarán a cabo pruebas reales con la información generada.
- Validación de la Solución: Se realizará la evaluación final para asegurar que la solución cumple con los requisitos establecidos.

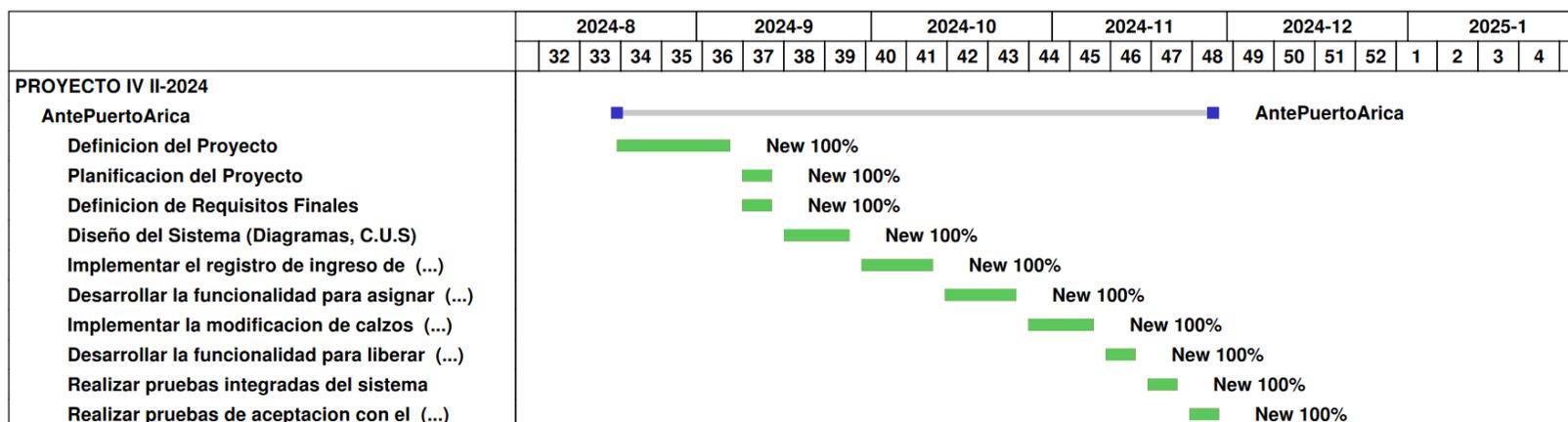


Figura 1: Carta Gantt



10. Metodología

La metodología a utilizar será la metodología ágil, específicamente el marco de trabajo Scrum. Esta metodología se selecciona debido a la experiencia previa del equipo con este enfoque. Cada Sprint tendrá una duración estimada de 3 semanas, y se proyecta realizar 4 Sprints en total para completar el proyecto. Durante cada Sprint, se entregará un incremento funcional que permitirá avanzar hacia el objetivo final.

El plan estimado para las actividades del proyecto es el siguiente:

- Sprint 1: Planificación y diseño inicial
 - Definición del proyecto.
 - Planificación del proyecto.
 - Definición de requisitos finales.
 - Diseño del sistema (diagramas, casos de uso, etc.).
- Sprint 2: Desarrollo inicial de funcionalidades clave
 - Implementar el registro de ingreso de camiones.
 - Desarrollar la funcionalidad para asignar calzos automáticamente.
- Sprint 3: Desarrollo y pruebas
 - Implementar la modificación de calzos asignados.
 - Desarrollar la funcionalidad para liberar calzos.
 - Realizar pruebas integradas del sistema.
- Sprint 4: Pruebas finales y entrega
 - Realizar pruebas de aceptación con el cliente.
 - Ajustes finales y cierre del proyecto.

Esta planificación asegura un avance iterativo y gradual hacia el objetivo, permitiendo adaptaciones en función del feedback del cliente tras cada Sprint.

11. Modelo de Contexto

Dentro del sistema de “Gestión de Estacionamiento de Camiones en el Antepuerto”, presenta los siguientes subsistemas que conforman el proyecto, el cual se aprecia en la figura 2.

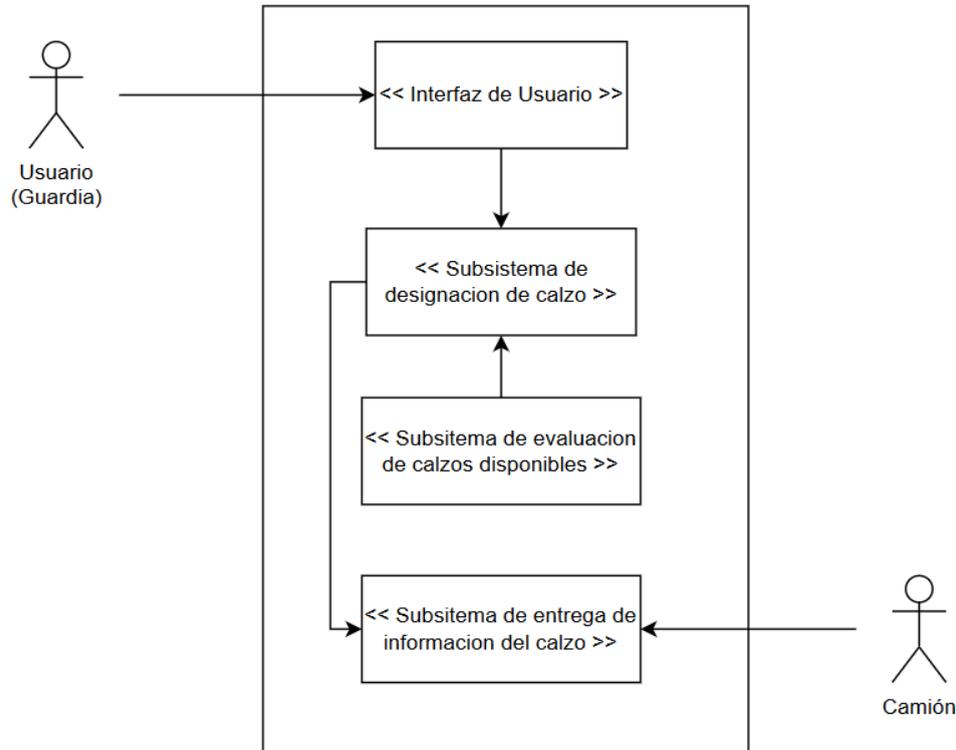


Figura 2: Modelo de Contexto.

- Subsistema de designación de Calzos
Sistema que estará a cargo de designar el calzo disponible del antepuerto, recibiendo la información del camión (patente, origen, día y hora de ingreso)
- Subsistema de evaluación de calzos disponibles
Sistema que estará a cargo de evaluar la disponibilidad de calzos disponible en el antepuerto priorizando el despliegue uniforme de uso de las calzadas evitando el uso de un área de las calzas disponibles
- Subsistema de entrega de información del calzo
Sistema que estará a cargo de entregar la información final al camión para poder dirigirse al calzo designado

12. Casos de Uso

12.1. Modelo de caso de uso

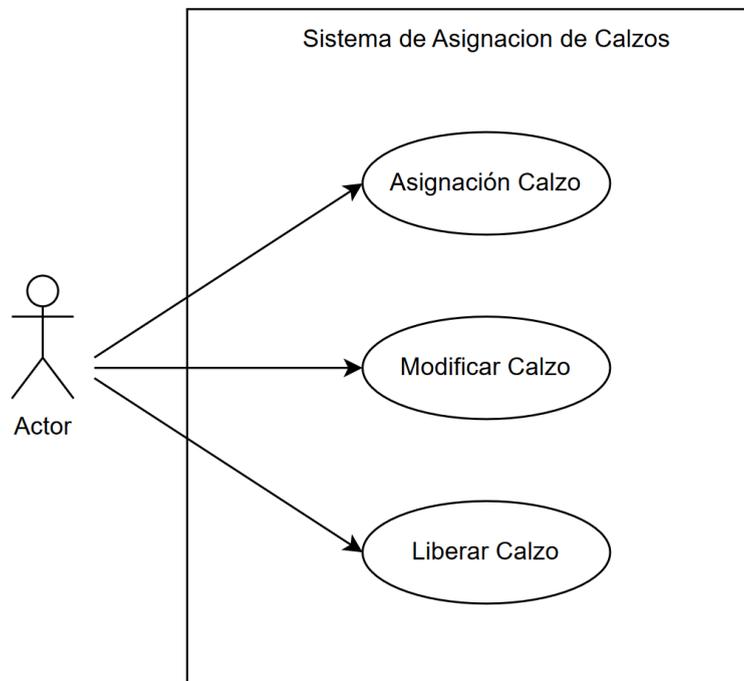


Figura 3: Modelo de Casos de Uso.



12.2. Descripción de caso de uso

12.2.1. Asignación calzo

Nombre: Asignación calzo	
Descripción: El usuario (guardia) ingresa los datos del camión para poder asignarle un calzo para que se estacione dentro del antepuerto	
Actores: Guardia	
Precondiciones: - Debe ingresar un camión al antepuerto	
Flujo Normal	
Usuario 2. El usuario ingresa la información requerida	Sistema 1. El sistema muestra en pantalla los campos requeridos (Patente, Nacionalidad, Fecha de Ingreso, Hora de ingreso, Ingresa el camión). 3. El sistema almacena la información ingresada por el usuario 4. El sistema analiza los calzo disponibles 5. El sistema asigna el calzo al camión ingresante. 6. El sistema devuelve un ticket con el calzo asignado.
Flujo Alternativo	
Usuario	Sistema 3.1 El sistema almacena la información ingresada por el usuario. 3.2 El sistema devuelve un ticket con los datos ingresados
Postcondiciones: El camión queda ingresado al antepuerto.	

Tabla 5: C.U.S Asignación Calzo.



12.2.2. Modificar calzo

Nombre: Modificar Calzo	
Descripción: El usuario (guardia) modifica la asignación de un calzo a un camión, ya sea para cambiar el calzo asignado o para actualizar información relacionada.	
Actores: Guardia	
Precondiciones: El camión debe estar registrado en el sistema con un calzo asignado.	
Flujo Normal	
Usuario 1. Selecciona el camión cuyo calzo se desea modificar. 2. Indica el nuevo calzo a asignar o realiza las modificaciones necesarias. 3. Confirma la modificación.	Sistema 1. Valida la disponibilidad del nuevo calzo. 2. Actualizar la asignación del calzo en la base de datos. 3. Marca el antiguo calzo como "disponible" si es necesario. 4. Confirma la operación al usuario.
Postcondiciones: <ul style="list-style-type: none">- El calzo del camión queda actualizado en el sistema.- La disponibilidad de los calzados se refleja correctamente en la base de datos.	

Tabla 6: C.U.S Modificar Calzo.



12.2.3. Liberar Calzo

Nombre: Liberar calzo	
Descripción: El camión al salir del antepuerto libera el calzo que se le ha sido asignado, de modo que pueda estar disponible para otros camiones.	
Actores: Guardia	
Precondiciones: El camión debe estar registrado en el sistema y tener un calzo asignado.	
Flujo Normal	
Usuario 1. Selecciona el camión del cual se desea liberar el calzo. 2. Indica la acción de liberar el calzo. 3. Confirma la liberación.	Sistema 1. Actualiza la base de datos para liberar el calzo asignado. 2. Marca el calzo como "disponible" para futuras asignaciones. 3. Confirma la operación al usuario.
Postcondiciones: <ul style="list-style-type: none">- El calzo se libera y queda disponible en el sistema.- La asignación del calzo al camión se elimina de la base de datos.	

Tabla 7: C.U.S Liberar Calzo.

13. Características del Software

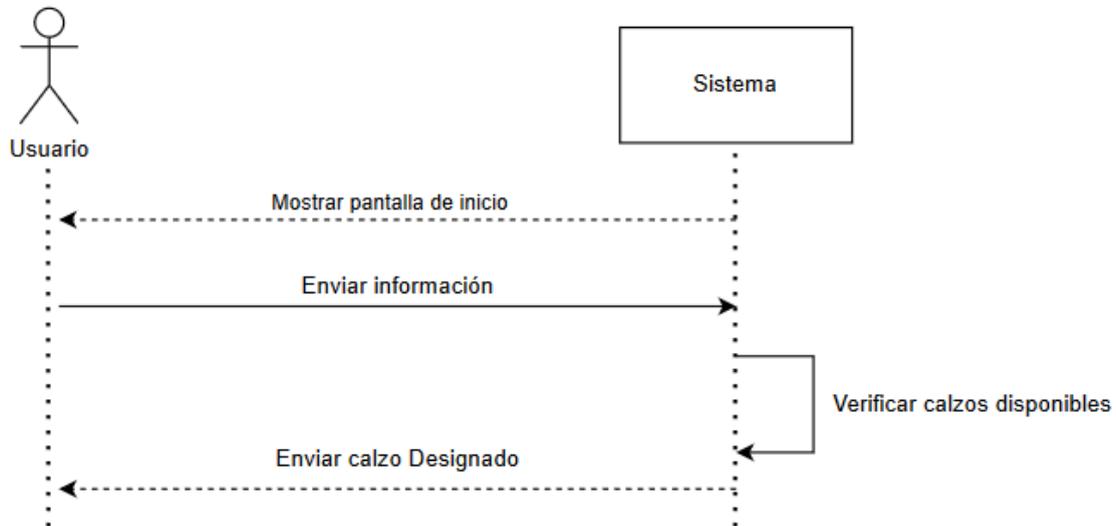


Figura 4: Diagrama de Secuencia Asignación calzo.

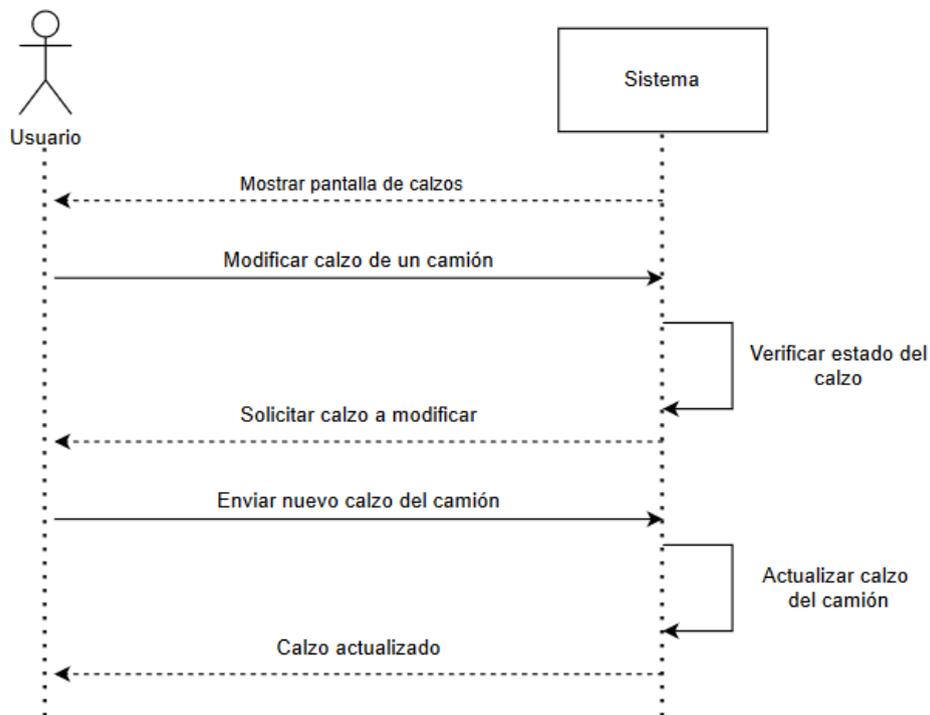


Figura 5: Diagrama de Secuencia Modificación de Calzo.

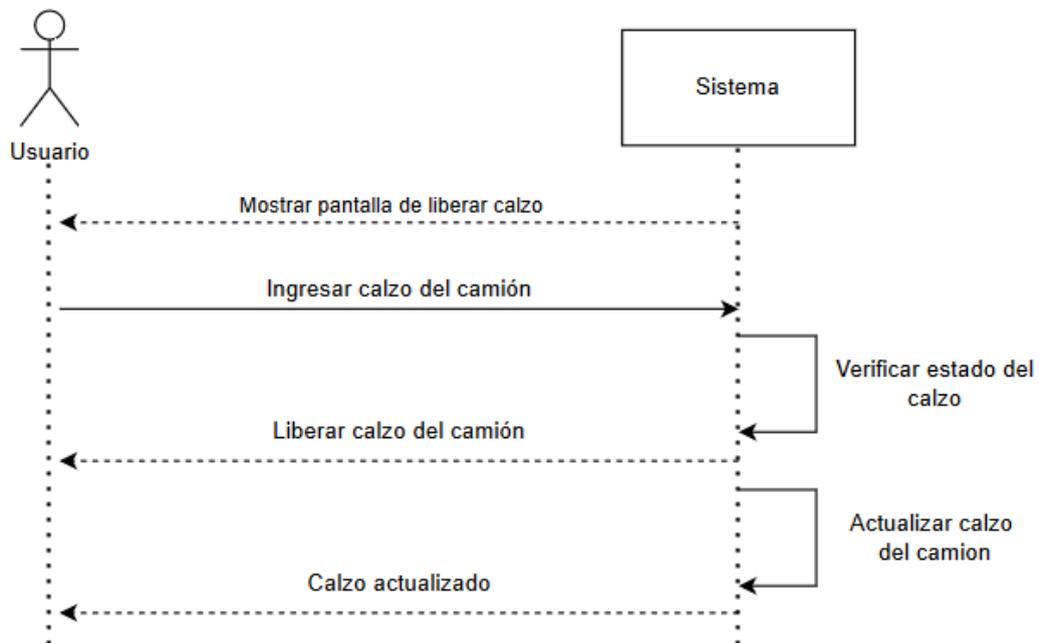


Figura 6: Diagrama de Secuencia Liberación de Calzo.

14. Modelo BPMN

En la figura 7 se presenta el diagrama BPMN, el cual ilustra la funcionalidad del sistema. Este diagrama detalla el proceso de registro de la información de los camiones que ingresan al antepuerto, donde se asigna automáticamente un calzo disponible a cada camión.

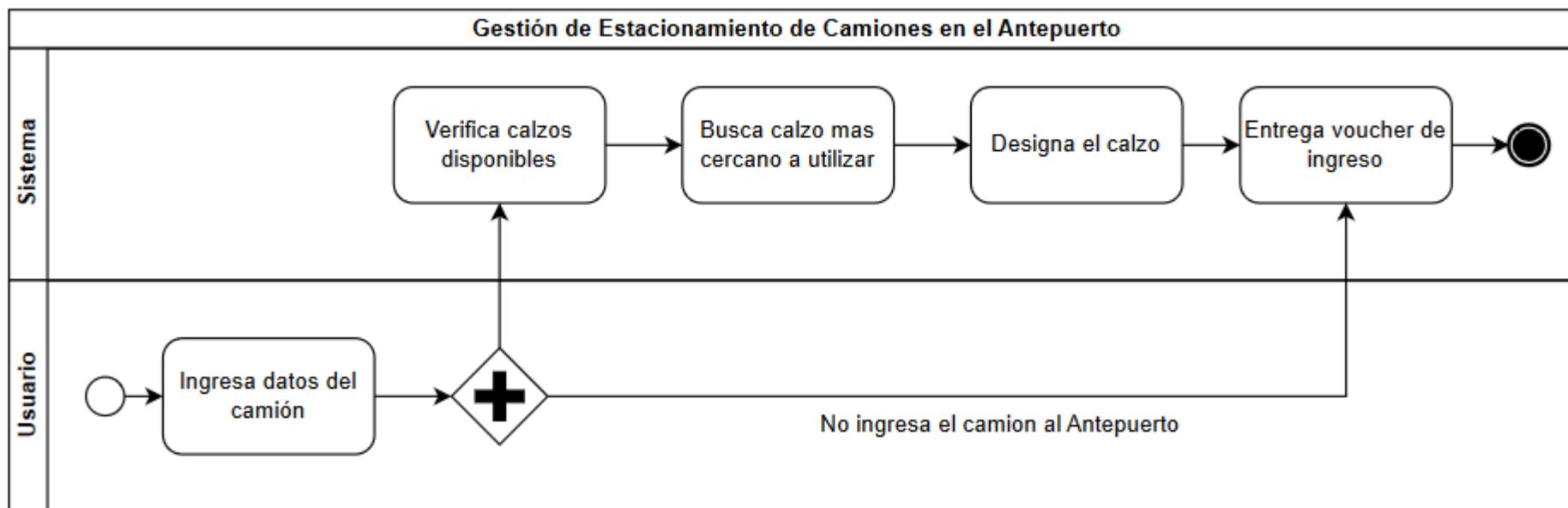


Figura 7: Modelo BPMN.



15. Alcance del producto

El alcance de este sistema abarca la automatización y gestión de datos de ingreso de camiones en el antepuerto, permitiendo la captura precisa de información crítica como la patente del camión, país de origen, fecha y hora de ingreso, y estado de carga. Con estos datos, el sistema determina automáticamente el calzo adecuado (identificado por número y sector) para cada camión, optimizando la asignación en tiempo real. La aplicación permite a los operadores modificar manualmente el calzo asignado cuando sea necesario y facilita la liberación del calzo al momento de la salida del camión, asegurando una administración eficiente de los espacios de estacionamiento y mejorando el flujo vehicular en la instalación.

16. Modelamiento de los datos

El sistema actual de asignación de calzos es un módulo adicional diseñado para integrarse con un sistema de gestión de parqueo ya existente. Este módulo tiene como objetivo gestionar de forma eficiente el uso de calzos para los camiones que ingresan y salen del parqueo, distribuyéndolos de manera uniforme para evitar la acumulación en sectores específicos. A continuación, se describe cada una de las dos entidades principales que componen el modelo de datos, cuyo diagrama se aprecia en la Figura 8:

- **Tabla acc_parqueo**

Registra los datos de ingreso y salida de cada camión que utiliza el parqueo. Los campos principales incluyen:

- **id**: Identificador único del registro.
- **entrada/salida**: Fechas y horas de ingreso y egreso.
- **patente**: Identificación del camión por su placa.
- **acoplado**: Indica si el camión tiene un remolque.
- **tipomic/mic**: Detalles sobre el tipo y número de carga.
- **entradapais**: País de entrada del camión.

- **Tabla Calzos**

Controla el estado y asignación de los calzos en el parqueo:

- **id**: Identificador único del calzo.
- **estado**: Define si el calzo está libre u ocupado.
- **camion_designado**: Patente del camión asignado al calzo.
- **acc_parqueo_id**: Relación con la tabla acc_parqueo.
- **numero_calzo/fila/sector**: Detalles de ubicación del calzo.

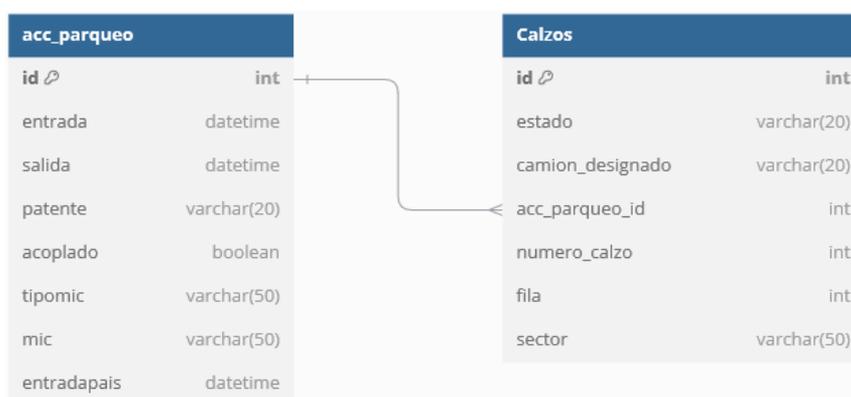


Figura 8: Modelo entidad-relación.

17. Implementación

17.1. Ingreso de Patente

Los datos del camión que se ingresan para su registro incluyen información clave que permite una identificación y seguimiento precisos. Estos datos son:

- **entrada:** La hora y fecha de entrada al sistema o al área de control, lo que permite registrar cuándo el camión comienza su operación o ingreso.
- **salida:** La hora y fecha de salida, crucial para determinar el tiempo de uso o permanencia del camión.
- **patente:** El número de patente o matrícula del camión, que sirve para su identificación legal y en tránsito.
- **acoplado:** Información que indica si el camión tiene un remolque o acoplado adjunto, esencial para la logística y gestión de carga.
- **tipomic:** El tipo de mic clasifica el país de ingreso del camión.
- **mic:** Contiene el número de serie de la carga que contiene el camión.
- **entradapais:** Este dato indica el país de ingreso del camión, relevante para controles aduaneros y de importación/exportación.

Estos datos permiten una gestión eficiente de la flota de camiones, facilitando el monitoreo de entradas y salidas, la identificación de vehículos, y la planificación de su uso en operaciones logísticas.



El formulario, titulado 'Ingreso', contiene los siguientes campos:

- Patente Camión: Campo de texto con el valor 'REQUERIDO'.
- Patente Acoplado: Campo de texto con el valor 'OPCIONAL'.
- Tipo de MIC: Selector de lista desplegable con 'BOLIVIA' seleccionado.
- MIC: Campo de texto vacío.
- Carnet sanitario: Selector de lista desplegable con 'SI TIENE' seleccionado.
- Ingreso país: Campo de texto vacío.

En la parte inferior del formulario hay un botón verde con el texto 'Ingreso'.

Figura 9: Formulario de Ingreso y Salida de los camiones.



17.2. Búsqueda de Calzo

17.2.1. Descripción de la asignación de calzos

Se implementa un método que gestiona la asignación de calzos, diseñado para optimizar el uso del espacio y garantizar la seguridad operativa mediante reglas de proximidad y disponibilidad. La regla principal establece que, para asignar un calzo, al menos los dos calzos adyacentes al seleccionado deben estar libres, asegurando suficiente espacio para maniobras y minimizando riesgos de interferencia. El algoritmo prioriza la disponibilidad en el Sector 1, evaluando cada fila para encontrar un calzo que cumpla con esta condición. Si el Sector 1 no tiene opciones disponibles o válidas, se realiza una búsqueda en el Sector 3, que actúa como respaldo. En caso de no encontrar un calzo que cumpla con la regla, se asigna el primero disponible en el Sector 1. Este enfoque asegura un balance entre el aprovechamiento del espacio y el cumplimiento de las restricciones operativas esenciales dentro del antepuerto.

Este proceso se enfoca en verificar y asignar un calzo a un camión según reglas específicas de validación sobre su estado y posición. A continuación, se describe paso a paso:

1. Obtener los datos de la fila de calzos

Se realiza una consulta que devuelve los calzos de una fila específica, obteniendo su número, posición e información de estado (libre/ocupado). Estos datos se almacenan en una lista ordenada.

2. Seleccionar un calzo a verificar

Un calzo a validar es identificado, basado en su posición en la fila. Por ejemplo, la posición corresponde al índice en la lista, y el número del calzo puede diferir según la numeración física.

3. Calcular posiciones adyacentes

Se generan los índices adyacentes al calzo actual:

- Se filtran aquellos índices que están dentro del rango válido (es decir, mayor o igual a 0 y menor al tamaño de la lista de calzos).
- Se obtiene información de los calzos adyacentes como su número y estado.



4. Filtrar y validar calzos adyacentes

Cada calzo adyacente es evaluado:

- Si el estado del calzo es "libre", se incluye en una lista de calzos válidos.
- Si hay algún calzo ocupado en los adyacentes, el calzo actual no cumple las reglas.

5. Validación final

Si todos los calzos adyacentes cumplen la condición de estar "libres", el calzo actual se considera válido para asignación.

6. Asignación del calzo

El calzo válido se asigna al camión, registrando la operación con la relación correspondiente en la tabla acc_parqueo y actualizando el estado del calzo a "ocupado".



17.3. Vista de calzo

La vista de estado de los calzos permite una gestión eficiente al mostrar la disponibilidad de los calzos en el sistema, diferenciando entre los que están libres y ocupados. Los calzos se organizan en filas, representando su disposición física, y se muestran con colores intuitivos: verde para los disponibles y rojo para los ocupados, con un tooltip que indica el camión asignado en caso de estar ocupado. Esta presentación visual facilita una rápida identificación del estado de cada calzo, permitiendo una gestión operativa más ágil y precisa. La información se actualiza dinámicamente, garantizando que cualquier cambio en la asignación de calzos se refleje de manera inmediata, ofreciendo así una herramienta eficiente para la administración y planificación de los recursos.

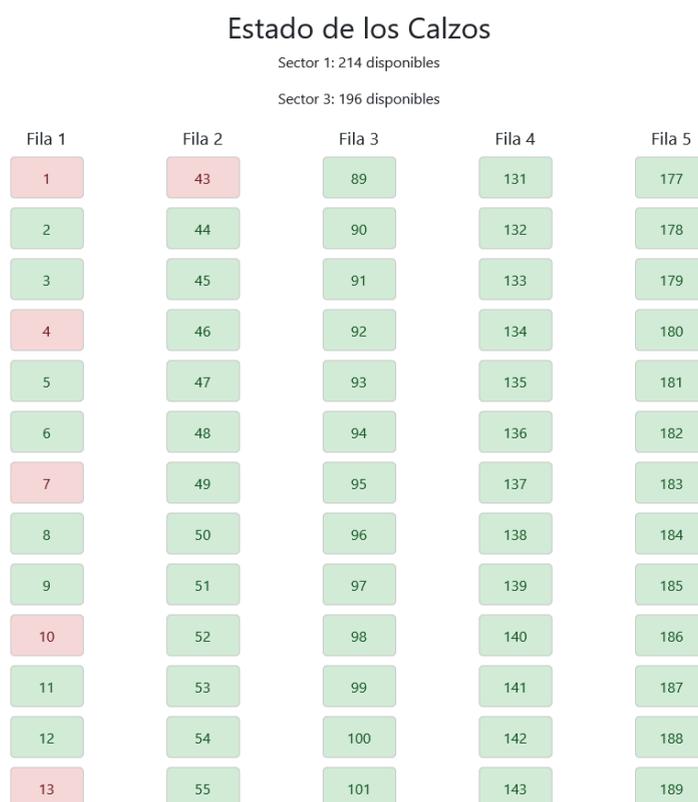


Figura 10: Vista general de los estados de los calzos.

17.4. Liberación de Calzo

La salida de un camión comienza con la búsqueda de su registro mediante la patente ingresada en el sistema. Este proceso identifica al camión específico y localiza el calzo que tiene asignado. Una vez confirmada la salida, el sistema actualiza el estado del calzo a "libre", dejándolo disponible para futuras asignaciones. Esta operación garantiza una gestión eficiente y ordenada del espacio en el área de estacionamiento.



Formulario de salida del camión. El formulario tiene un encabezado rojo con el texto "↑ Salida". Contiene dos campos de entrada de texto: "Patente Camión" con el valor "REQUERIDO" y "Patente Acoplado" con el valor "OPCIONAL". En la parte inferior hay un botón rojo con el texto "↑ Salida".

Figura 11: Formulario de salida del camión

El código fuente y los avances de esta implementación se encuentran disponibles en el repositorio de [GitHub](#), donde se pueden revisar los detalles técnicos de la asignación automática de calzos y otras funcionalidades del sistema. Esto facilita la colaboración y permite el seguimiento del progreso del desarrollo en tiempo real.



17.5. Prueba de asignación de calzos y operación del sistema

Estructura inicial (fila de calzos):

Posición:	12	13	14	15	16	17
Número:	13	14	15	16	17	18
Estado:	ocupado	libre	libre	libre	libre	libre

Paso 1: Selección del calzo

- Verificar calzo en posición 15 (número 16, estado libre).

Paso 2: Identificar índices adyacentes

- Índices calculados: [13, 14, 16, 17].

Paso 3: Revisar estado de calzos adyacentes

Índice 13:	Número 14, Estado libre
Índice 14:	Número 15, Estado libre
Índice 16:	Número 17, Estado libre
Índice 17:	Número 18, Estado libre

Paso 4: Validación

- Todos los calzos adyacentes al índice 15 están libres. El calzo 16 es válido.

Paso 5: Asignación

- Calzo número 16 (posición 15) se asigna al camión registrado en `acc_parqueo_id = 200`.
- Actualización del estado del calzo a "ocupado".

Registros de LOG

INFO	- Revisando calzo en posición 15 con número 16 y estado libre
INFO	- Índices adyacentes a 15 revisados: [13, 14, 16, 17]
INFO	- Calzo válido encontrado en índice 15: Número 16, Estado libre
INFO	- Calzo asignado exitosamente a <code>acc_parqueo_id 200</code>

Esta solución asegura que los recursos del parqueo (calzos) se gestionen de manera eficiente, manteniendo la integridad operativa.



17.5.1. Conclusiones de las pruebas realizadas

A partir de las pruebas descritas y los registros de log proporcionados, se pueden extraer las siguientes conclusiones sobre el funcionamiento y la lógica de validación de los calzos:

1. Reglas de Validación Funcionan Correctamente

- La lógica para validar los calzos adyacentes garantiza que no se asignen calzos ocupados ni se permitan conflictos entre camiones.
- En el ejemplo proporcionado, los índices adyacentes son correctamente identificados y verificados antes de realizar la asignación.

2. Filtrado de Índices Adyacentes es Preciso

- Los índices calculados son válidos, están dentro de los límites de la fila, y los datos correspondientes (estado y número del calzo) se recuperan de forma adecuada.

3. Condiciones de Disponibilidad se Respetan

- El sistema valida correctamente que todos los calzos adyacentes estén en estado "libre" antes de considerar un calzo como válido para asignación.

4. Asignación Exitosa y Sin Conflictos

- El calzo seleccionado (número 16, posición 15) cumple con las reglas de validación y es asignado exitosamente.
- La transición de estado de "libre" a "ocupado" parece haberse realizado sin problemas.

5. Registro de Información (Logs)

- Los registros de log proporcionan información clara y detallada de cada paso del proceso: verificación, evaluación de adyacentes, selección de un calzo válido y asignación exitosa.



18. Conclusión

En esta fase final del proyecto, se ha completado el desarrollo del sistema de gestión de estacionamiento para camiones en el antepuerto, cumpliendo con los objetivos y requerimientos establecidos inicialmente. Durante el proceso, se consolidó la arquitectura definida en el primer avance, implementando una base de datos relacional robusta que asegura la integridad referencial y una trazabilidad eficiente de cada camión y su asignación a los calzos.

El sistema ahora permite la asignación automatizada de calzos, optimizando el uso del espacio y minimizando errores en la gestión. La interfaz de usuario se diseñó para ser intuitiva, cumpliendo con los estándares de usabilidad y accesibilidad, lo que garantiza una experiencia de usuario fluida. Se incorporaron funciones para registrar los datos de entrada y salida de los camiones, incluyendo la patente, tipo de camión, y el tipo de MIC (información del cargamento), que clasifica sus características técnicas y facilita la administración.

El prototipo de frontend, que ya se presentó al cliente, se integró exitosamente con el backend, permitiendo la creación de una versión funcional del sistema. Esta implementación incluye la visualización de los calzos, la asignación de espacios disponibles y la gestión de información detallada de cada camión. El sistema está preparado para ser integrado al sistema que se está utilizando actualmente, lo que garantiza una transición eficiente y mejora la operativa del antepuerto. Además, es escalable y adaptable a futuras mejoras, representando un avance significativo en la eficiencia operativa.

Con este logro, el proyecto ha alcanzado su objetivo de establecer un sistema de gestión de estacionamiento que mejora la organización y optimización del uso del espacio en el antepuerto, lo que a su vez contribuye a una mayor productividad en la operación de transporte de carga.